

REFRACTIVE FORCE MEASURING APPARATUS

A13

Patent number: JP59183726
Publication date: 1984-10-18
Inventor: SHIOIRI TAKASHI; AOKI MITSUGI
Applicant: TOKYO OPTICAL
Classification:
- **international:** A61B3/10
- **european:**
Application number: JP19830055273 19830401
Priority number(s): JP19830055273 19830401

Abstract not available for JP59183726

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公告

⑫ 特許公報 (B2)

平5-9092

⑬ Int. Cl.⁵
A 61 B 3/107

識別記号

庁内整理番号

⑭ ⑮ 公告 平成5年(1993)2月4日

7807-4C A 61 B 3/10

C

発明の数 1 (全18頁)

⑯ 発明の名称 屈折力測定装置

審判 平3-2179

⑰ 特願 昭58-55273

⑯ 公開 昭59-183728

⑰ 出願 昭58(1983)4月1日

⑯ 昭59(1984)10月18日

⑰ 発明者 塩入 隆 東京都板橋区蓮沼町75番1号 東京光学機械株式会社内

⑰ 発明者 青木 貞 東京都板橋区蓮沼町75番1号 東京光学機械株式会社内

⑰ 出願人 株式会社 トブコン 東京都板橋区蓮沼町75番1号

⑰ 代理人 弁理士 西脇 民雄

審判の合議体 審判長 細谷 博 審判官 手島 直彦 審判官 有泉 良三

⑯ 参考文献 特開 昭50-120195 (JP, A) 特開 昭57-31837 (JP, A)

三島 浩一 他、「眼科一般検査法〈眼科MOOK №3〉」第2刷 昭和55年6月20日 金原出版株式会社 P.21~28

1

2

⑰ 特許請求の範囲

1 球面度数を可変とする球面光学系と、円柱度数を可変とする円柱光学系と、前記両光学系の球面度数および円柱度数をそれぞれ可変制御する制御部とを有し、検査用指標を前記両光学系を介して投影することにより被検眼の屈折力を測定する屈折力測定装置において、

前記円柱光学系の光軸のまわりに回転自在であつて屈折力の符号が互いに異なる2つのトーリックレンズから構成し、

前記制御部は、粗測定で求めた円柱度数に対応した前記角トーリックレンズの円柱軸の交差角を得るように該円柱光学系の回転を制御する回転制御手段と、

前記トーリックレンズの円柱軸の交差角の中間方向を基準線とし前記回転制御手段の作動を図つて前記基準線を中心にして前記交差角を前記粗測定で求めた円柱度数に対応して所定範囲内で増減させることにより該円柱度数の精密測定を行なう第1の状態変化手段と、

屈折力の粗測定時に得られる円柱軸角度を、前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を変化させずに前記角トーリックレンズを同じ方向に前記回転制御手段の作動を図つて所定範囲内で増減さ

ることにより該円柱軸角度の精密測定を行なう第2の状態変化手段とを備えたことを特徴とする屈折力測定装置。

発明の詳細な説明

この発明は、検査用視標を光学系を介して被検眼に投影することにより被検眼の屈折力、すなわち球面度数、円柱度数および円柱軸角度の精度測定を行ない得る屈折力測定装置に関するものである。

10 屈折力測定装置は、被検眼の屈折力の測定結果に基づいて被検眼を適正視力に矯正するための矯正値を得るように構成されているが、その矯正値は当然のことながら精度良く得られなければならない。

15 ところで、一般に人間の眼球には程度の差こそあるが何らかの屈折異常成分が含まれており、その屈折力の矯正値は球面度数、円柱度数および円柱軸角度の3つの要素に基づいて求められる必要がある。

20 従来の屈折力測定装置としては、例えばビジョンテスターと称されるものが知られているが、これは外周に沿つて複数の球面レンズを所定間隔を置いて配置した第1の円板と、外周に沿つて複数の円柱レンズを所定間隔を置いて配置した第2の

(2)

特公 平 5-9092

3

円板とを有し、これら各円板の球面レンズおよび円柱レンズを被検者の眼前に配置される視通孔内にそれぞれ選択的に挿入し得るように構成されている。したがつて、かかる構成のビジョンテスターの場合は球面レンズと円柱レンズとの組合せにより得られる矯正値をもつて被検眼の屈折力の矯正を行ない得るようにしている。この場合、矯正値は前述した如く球面度数、円柱度数、および円柱軸角度の3要素に基づいて得られるものであるが、各要素のすべてを同時にかつ正確に求めるこ

とは極めて困難である。そこで、まず球面レンズのみによって矯正値の大体の見当をつけ、この値に円柱レンズによる補正分を付加して概略の矯正値を得るいわゆる粗測定が行なわれる。そして、この粗測定の終了後新たにクロスシリンダーと称する一対の円柱レンズを光学系に挿入し後述するような精密測定を行なうようにしている。

クロスシリンダーは、屈折力の絶対値が等しくその符号が互いに異なる一対の円柱レンズで構成され、各円柱レンズの円柱軸は互いに直交するよう組合合わせられており、また両円柱軸の軸方向の中間方向を軸心とする反転軸のまわりに手動操作で回転して反転し得るようになっている。この結果、円柱度数を測定する場合はクロスシリンダーの円柱軸を粗測定終了時における強主径線または弱主径線と一致させた後クロスシリンダーの反転操作を行ない、反転前後における検査用視標を被検者に観察せしめるようにする。また、円柱軸角度を測定する場合はクロスシリンダーの前述した反転軸を強主径線または弱主径線と一致させた後クロスシリンダーの反転操作を行ない、円柱度数の測定と同様に反転前後における視標の観察をさせる。こうして、円柱度数および円柱軸角度のいずれの測定の場合もクロスシリンダーの反転前後における視標の見え方が同一となるよう円柱レンズの円柱度数あるいは円柱軸角度を変化させ、同一に見えたときにおける円柱度数あるいは円柱軸角度を矯正値として求めるようにしている。

しかしながら、このような従来装置によると精密測定を行なう場合に用いられるクロスシリンダーの反転操作は準手作業的に行なう必要があるため、検者にとつては極めて煩しいものとなり測定能率を低下させていた。また、光学系としては矯正用の球面レンズおよび円柱レンズ以外にクロス

シリンダーを必要とするので部品点数の点で問題があつた。

このような従来装置の欠点を解消するため例えれば特開昭55-151937号公報に記載されているような屈折力測定装置が提案された。この装置は、測定用光学系を球面レンズおよび円柱レンズで構成して球面レンズと円柱レンズとの組合せを変えることによりクロスシリンダーを設けたことと等価になる状態をつくり出し得るようにしたものである。

しかしながら、この装置においては精密測定の際円柱レンズのみならず球面レンズの屈折力を変える必要があるためレンズ交換制御において複雑化を招來するという問題点があつた。

この発明は、このような従来の問題点に着目してなされたものであり、検査用視標からの光束を通過させるために配置される光学系を、球面度数を可変とする球面光学系および一対のトーリックレンズから成り円柱度数を可変とする円柱光学系により構成し、精密測定の際円柱光学系のみを制御するような制御手段を設けて被検眼の屈折力を容易かつ高精度に測定し得る屈折力測定装置を提供することを目的とする。

次に、この発明の実施例を説明する前にその実施例において用いられるパリアブルクロスシリンダーについて説明する。パリアブルクロスシリンダーは第1図に示すように屈折力の絶対値が等しく互いに符号の異なる2つの円柱レンズCL₁, CL₂により構成されたものである。以下に、異なる屈折力を有する2つの円柱レンズの合成屈折力を求める一般的な手法につき述べる。ここで、2つの円柱レンズのうち一方の屈折力をD_aとし、他方の屈折力をD_bとしてこれらをX-Y座標上に標わすと第2図に示す如くなる。なお、同図において φ_a は屈折力D_aがX軸となす角度であり、 φ_b は屈折力D_bがX軸となす角度である。また、D_cは2つの円柱レンズCL₁, CL₂の合成屈折力を示している。

次に、屈折力がD_a, D_bである2つの円柱レンズの角度θ方向における屈折力はオイラーの定理によりそれぞれ $D_a \cos^2(\theta - \varphi_a)$, $D_b \cos^2(\theta - \varphi_b)$ で与えられ、その合成屈折力D_cは $D_c = D_a \cos^2(\theta - \varphi_a) + D_b \cos^2(\theta - \varphi_b)$ ……①となる。一般式に、屈折力は球面度数および円柱

(3)

特公 平 5-9092

5

度数を成分として表わし得るものであるが、ある角度 θ_m 方向を最大屈折力の方向とするとそのときの屈折 D_{θ_m} は

$$D_{\theta_m} = D_a \cos^2(\theta_m - \varphi_a) + D_b \cos^2(\theta_m - \varphi_b) = S + C \quad \dots \dots \text{②}$$

で表わされる。ここで、Sは球面度数であり、Cは円柱度数である。

これに対し、最小屈折力の方向は最大屈折力の方向と直交する方向であり、これを D_{θ_m+90} とする

$$D_{\theta_m+90} = D_a \sin^2(\theta_m - \varphi_a) + D_b \sin^2(\theta_m - \varphi_b) = S \quad \dots \dots \text{③}$$

となる。
したがつて、円柱度数Cは最大屈折力と最小屈折力との差で表わされ、

$$\tan 2\theta_m = \frac{\sin 2\theta_m}{\cos 2\theta_m} = \frac{D_a \sin 2\varphi_a + D_b \sin 2\varphi_b}{D_a \cos 2\varphi_a + D_b \cos 2\varphi_b} \quad \dots \dots \text{④}$$

を得る。

一方、バリアブルクロスシリンダーは円柱度数の絶対値が等しく互いに符号の異なる円柱レンズの組合せであるから $D_a = +D$, $D_b = -D$ とすることにより、④式から合成円柱度数Cは

$$C^2 = 2D^2(1 - 2\cos 2\alpha) \quad \dots \dots \text{⑤}$$

で表わされることとなる。この⑤式から交差角 α は

$$\alpha = \frac{1}{2} \cos^{-1}(1 - C^2 / 2D^2) \quad \dots \dots \text{⑥}$$

で示される。

さらに、この場合最大屈折力の方向の角度 θ_m の2倍角についてもう一度タンジェントをとると⑦式から

$$\tan 2\theta_m = \tan(\varphi_a + \varphi_b + 90^\circ) \quad \dots \dots \text{⑦}$$

となり、この結果

$$\theta_m = \frac{1}{2}(\varphi_a + \varphi_b) + 45^\circ \quad \dots \dots \text{⑧}$$

が得られる。

これにより、最大屈折力の方向は2つの円柱レンズCL_a, CL_bの各屈折度の方向 D_a , D_b の間で形成される交差角 α の2等分線方向Qから $\pm 45^\circ$ だけ屈折力 D_a の側、すなわち第2図において反時計回りに回転させた方向となる。

以上の原理を前提として以下にこの発明の実施例につき図面を参照しながら説明する。

第3図はこの発明を被検者の応答に応じて被検

6

$$* C = D_{\theta_m+90} = D_a \cos 2(\theta_m - \varphi_a) + D_b \cos 2(\theta_m - \varphi_b) \quad \dots \dots \text{④}$$

が得られる。

ここで、後述する⑥式を得るため②式をθで微分すると

$$\frac{dD_{\theta_m}}{d\theta} = D_a \sin 2(\theta_m - \varphi_a)$$

$$+ D_b \sin 2((\theta_m - \varphi_b)) = 0 \quad \dots \dots \text{⑤}$$

が得られる。この⑤式と④式を共に2乗して加えあわせると

$$C^2 = D_a^2 + D_b^2 + 2D_a D_b \cos 2(\varphi_a - \varphi_b) = D_a^2 + D_b^2 + 2D_a D_b \cos 2\alpha \quad \dots \dots \text{⑥}$$

ここでは α は円柱度数 D_a と D_b との交差角である。こうして、最大屈折力の方向における角度 θ_m の2倍角についてのタンジェントをとると、

$$* 15 \tan 2\theta_m = \frac{\sin 2\theta_m}{\cos 2\theta_m} = \frac{D_a \sin 2\varphi_a + D_b \sin 2\varphi_b}{D_a \cos 2\varphi_a + D_b \cos 2\varphi_b} \quad \dots \dots \text{⑦}$$

眼E₁, E₂の屈折力測定が行なわれる自覚式屈折力測定装置に適用した場合を示すものである。そして、この装置は被検眼E₁, E₂の屈折力を測定するための測定光学系Sと、この測定光学系Sに対する被検眼E₁, E₂の位置関係設定を行なう指標を被検眼E₁, E₂に投影する指標投影系Hと、被検眼E₁, E₂を照準するための照準系Jとから大略構成されている。なお、以下符号に付される添字の1, 2は右眼、左眼をそれぞれ示すものとする。

まず、測定光学系Sについて詳説すると、光源1からの光は集光レンズ2を介して回転円板3上に設けられた屈折力検査用視標4を照明する。この視標4は球面度数、円柱度数、円柱軸角度等の検出のため各種のものがあり、これらは回転円板3の回転により選択され光路内に挿入される。なお、光源1、集光レンズ2、および回転円板3は後述する近用屈折力測定のため光軸に沿って移動可能となっている。また、視標4からの光束は、第1投影レンズ5を介してこのレンズ5の後方に設けられ球面度数、円柱度数、円柱軸角度などを矯正するための1対の矯正光学系K₁, K₂を通過する。この矯正光学系K₁, K₂は第1投影レンズ5の光軸を挟んで両側の対称位置にそれぞれ配置され、これらは光学的に同一の構成となっている。

以下に右眼測定用矯正光学系K₁を例として矯

(4)

特公 平 5-9092

7

正光学系K₁, K₂の詳細につき説明すると、矯正光学系K₁は第1群レンズ系6₁、第2群レンズ系7₁、第3群レンズ系8₁からなる球面光学系と、第1及び第2の円柱レンズ9₁, 9₂からなる円柱光学系及び偏角プリズム10₁, 10₂, 11₁, 11₂から構成され、第1群レンズ系6₁の光軸に沿つての移動により球面度数を矯正し得るようになつていて。ここで第3群レンズ系8₁は2つのレンズ系から成り、この2つのレンズ系に挟まれた第1および第2の円柱レンズ9₁, 9₂により円柱度数を矯正しうるようになつていて。そして、この2つの円柱レンズ9₁, 9₂は円柱度数の絶対値が等しく符号が反対の円柱レンズであり、それ後述の制御部を構成する回転制御手段により光軸のまわりに回転可能となつておらず、両レンズ9₁, 9₂を同方向に同角度だけ回転すると円柱軸の矯正が行なわれ、互いに逆方向に同角度だけ回転すると円柱度数の矯正が行なわれるようになつていて。一方、第3群レンズ系8₁の後方に配置される2つの偏角プリズム10₁, 10₂は光軸に直交する鉛直軸に対し対称な偏角量を有し、これら偏角プリズム10₁, 10₂を光軸のまわりに互いに逆方向かつ同角度だけ回転することにより被検眼E₁の水平方向のプリズム値を矯正しいわゆる斜位補正を行ない得るようになつていて。また、偏角プリズム10₁, 10₂の後方に配置される偏角プリズム11₁, 11₂は偏角プリズム10₁, 10₂に対し光学的に90°だけ回転した構成となつておらず、上記と同様な方向および角度の回転により被検眼E₁の垂直方向のプリズム値を得るようになつていて。このように、右眼測定用矯正光学系K₁は球面度数、円柱度数、円柱軸角度、プリズム値などの屈折状態を独立別個に矯正し得るよう構成されているが、左眼測定用矯正光学系K₂も同様に説明できるのでその詳細は省略する。なお、各矯正光学系K₁, K₂は被検眼E₁, E₂の瞳孔間距離に合致させるため第1投影レンズ5の光軸を挟んで水平方向に平行に移動可能となつていて。

こうして、1対の矯正光学系K₁, K₂を通過した各光束は第2投影レンズ12、ハーフミラー13、第3投影レンズ14、およびハーフミラー15をそれぞれ介して被検眼E₁, E₂に到達し、被検眼瞳を通過して両眼底上に視標4の像を形成さ

せる。また、各矯正光学系K₁, K₂を通過した光束は第2投影レンズ12、第3投影レンズ14から構成されるリレーレンズ系Rにより共通にリレーされ両被検眼E₁, E₂の眼鏡装用位置（眼前から12mm程度）に矯正光学系K₁, K₂の像が形成されるようになつていて。なお、コンタクトレンズ用矯正屈折度を測定する場合には被検眼E₁, E₂の角膜頂点位置を矯正光学系K₁, K₂の像が形成されている位置に設定する。したがつて、矯正光学系K₁, K₂があたかも眼前に配置されたことと等価になつておらず、被検者はハーフミラー15を介して自然視の状態で視標4の像を観察することができる。

こうして、被検者は自然視の状態で視標4を直視しつつ検者に対する応答を行ない、視標4が適正に見えるまで矯正光学系K₁, K₂による矯正を図り、その矯正値に基づいて屈折度測定を行なうようになつていて。

次に、被検眼E₁, E₂を適正な位置に設定するための被検眼位置設定光学系Iについて説明する。この被検眼位置設定光学系Iは、被検眼E₁, E₂に向けて指標18a₁, 18b₁の像を投影するための一対の指標投影系Hと被検眼E₁, E₂の両眼前眼部を照準するための1つの照準系Jとから構成されている。

まず、指標投影系Hにつき右眼投影系を例として第3図、第4図および第5図を参照しながら説明する。光源16₁からの光は集光レンズ17₁により作動距離離検出用の指標板18₁を照らす。この指標板18₁には第5図に示す如く表面および裏面にそれぞれ指標18a₁, 18b₁が設けられている。そして、これらの指標18a₁, 18b₁の像は第4投影レンズ19₁および反射鏡20₁を介して被検眼E₁の前眼部に形成されるようになる。なお、指標18a₁は通常の眼鏡レンズの矯正屈折度を測定する際の作動距離（測定光学系Sと被検眼E₁, E₂との距離）を設定するために用いられ、指標18b₁はコンタクトレンズの場合における作動距離設定に用いられるものである。また、光源16₁の前方に設けられるフィルター21₁は不可視光である近赤外の帯域の光のみ透過させるものであり、被検者の測定中における眩惑などを防止する作用がある。また、この指標投影系からの光束は被検眼前眼部周辺を照らす。左眼投影系も

(6)

特公 平 5-9092

9

同様な構成であるのでその説明を省略する。なお、後述するように、これら1対の指標投影系Hの光軸は測定光学系Sおよび照準系Jの光軸に対して傾斜している。また、第4投影レンズ19の中心を通りその光軸に直交する仮想線Vaと測定光学系Sの光軸とが交差する点、および指標板18の2つの指標18a₁、18b₁の中心を結ぶ仮想線Vbと測定光学系Sの光軸とが交差する点を得ることができ、後述するM₁あるいはQ₁における指標18a₁あるいは18b₁の像の明瞭な観察測定を行なうことができる。この一致点が第4図に示す点F₁である。

以下に指標投影系Hによる作動距離設定の原理を第4図に従つて説明する。なお特に断らない限り右眼投影系のみにつき説明する。点Q₁は測定光学系Sにおける矯正光学系K₁の後側主点位置と共に位置であり、通常の眼鏡レンズ用の被検者矯正屈折度を測定する場合にはこの点Q₁の位置と眼鏡装用位置P₁とを一致させるように作用距離の設定を行なう必要がある、そのため、被検眼E₁が上記のように位置決めされたとき被検眼E₁の角膜頂点M₁に指標18a₁の像が形成されるようになつている。したがつて、検査者は照準系Jにより被検眼前眼部を照準し指標18a₁の像が瞳中心に合致するように作動距離設定を行なう。

次に、コンタクトレンズ用の被検眼E₁の矯正屈折度を測定する場合につき説明する。この場合には矯正光学系K₁の結像位置である点Q₂の位置に被検眼E₁の前眼部を一致させる必要がある。そのため、指標18b₁は点Q₂の位置に被検眼E₁を一致させたとき指標18b₁の像が被検眼前眼部の中心に形成されるようになつている。したがつて、検査者はコンタクトレンズ用の矯正屈折度を測定する場合、照準系Jにより被検眼前眼部を照準し、指標18b₁の像が瞳中心に一致するように作動距離設定を行なう。

なお、指標18a₁、18b₁は投影レンズ19に対して焦点位置がずれるように指標板18₁に配置され、所定の作動距離に設定されたとき被検眼E₁の前眼部に結像され得るようになつている。

次に、照準系Jについて説明する。第1図に示すように指標投影系Hにより近赤外光で照明された被検眼E₁、E₂の前眼部からの光束はハーフミラー15、第3投影レンズ14を介してハーフ

ミラー13を通過し、結像レンズ22により照準板23a、23bに到達してこの照準板23a、23b上に近赤外光で被検眼E₁、E₂の両前眼部像を形成する。第3投影レンズ14と結像レンズ22はテレセントリックな光学系となつていて、照準板23a、23b上の被検眼E₁、E₂の両前眼部像は、作動距離が変動しても、位置ずれを起こさずに観察することができる。照準板23a、23bは、第6図および第7図に示すようにそれぞれ照準指標na、nb、およびncを有しており、各指標形成面を対向させ微小間隔を置いて配置され、かつ、測定光学系Sにおける矯正光学系K₁、K₂の光軸間距離移動、すなわち被検眼に投影する1対の測定光束の中心間隔を変えるのに連動して相対的に移動可能となつていて、こうして、被検眼E₁、E₂の近赤外光で形成された両前眼部像は指標na、nb、ncの像に重ね合わされ、これらの像はミラー24、リレーレンズ25を介して撮像管26に入射して映像信号に変換され、可視像としてモニターテレビ27により観察が可能となる。

上述した指標投影系Hおよび照準系Jによる被検眼E₁、E₂の位置決め設定を行なう手順につき第8図を参照しながら説明する。第8図はモニターテレビ27に表示された像を模式的に示したものであり、像A₁、A₂は被検眼E₁、E₂の瞳の像であつて、像B_{a1}、B_{a2}は指標投影系Hにより被検眼E₁、E₂に投影された指標18a₁、18a₂の像であり、B_{b1}、B_{b2}は指標18b₁、18b₂の像である。また、像na₁、nb₁は照準板23aに形成された指標na、nbの像であり、nc₁は照準板23bに形成された指標ncの像である。第8図aの場合には矯正光学系K₁、K₂の光軸間距離すなわち被検眼に投影する1対の測定用光束の中心間隔が被検者の瞳孔間距離に一致せず、かつ、測定光学系Sの中心光軸と被検者の両眼の中心とが一致していないことに加え、測定光学系Sと被検眼E₁、E₂との間の距離すなわち作動距離が適正でないことを示している。以下、眼鏡レンズ用矯正屈折度を測定する場合を中心にしてかかる不適正な設定状態から適正設定状態へ移行させる調節手順について説明する。

まず、被検眼E₁、E₂の瞳像A₁、A₂を指標像na₁の中央に挿み込むように屈折度測定装置本体ある

(6)

特公 平 5-9092

11

いは被検者自体を上下方向に移動調整する。この際、被検者は図示省略の被検者保持部に固定されており、この被検者保持部の移動により被検者の位置を調整することができる。かかる調整により上下方向の光軸合せが完了する(第8図b参照)。

次いで、第8図cに示すように指標像Ba₁、Ba₂が指標像naの中央に位置するよう、つまり瞳像A₁、A₂の中心に一致するように装置本体あるいは被検者自体を測定光軸に沿つて移動させる。この移動調整により作動距離の設定が完了する。なお、コンタクトレンズ用矯正屈折度を測定する際には指標像Bb₁、Bb₂が指標像naの中央に位置するよう、つまり瞳像A₁、A₂の中心に位置するように調整すればよい。以下の調整はコンタクトレンズ用矯正屈折度測定の場合についても同様である。

その次に、第8図dに示す如く瞳像A₁と指標像nbとの距離および瞳像A₂と指標像ncとの距離を等しくするように装置本体あるいは被検者を左右方向に移動させる。この調整により測定光学系Sの中心光軸および被検眼E₁、E₂の中心の左右方向における光軸合せが完了する。

次いで、第8図eに示す如く、照準板23a、23bを動かすことにより指標像nb、ncを左右方向に移動調整して瞳像A₁、A₂の中心に指標像nb、ncを一致させる。なお、照準板23a、23bは上述した如く互いに逆方向に等量だけ動くようになつており、この照準板23a、23bの動きは矯正光学系K₁、K₂の光軸移動と連動している。こうして、矯正光学系K₁、K₂の光軸間距離は被検眼E₁、E₂の瞳孔間距離と一致させることができ、測定光学系Sの光軸は被検眼E₁、E₂の光軸合せ、及び作動距離調整が完了する。

次に、矯正光学系K₁、K₂の駆動機構につき第9図に基づいて説明する。矯正光学系K₁、K₂は光学台30₁、30₂に取り付けられ両光軸を含む平面内で両光軸を近づけまたは遠ざけ得るように移動可能となつてている。すなわち、光学台30₁、30₂は略中央に設けられたプラケット32に形成されるるねじ部に連結部材33のねじ部34を螺合させており、この連結部材33は変速歯車35を介して移動用モータ36に連結されている。ここで、連結部材33のねじ部34は二分されて互いに逆ねじが形成され、そのそれぞれが

12

光学台30₁、30₂のプラケット32の雌ねじ部と螺合するようになつてある。なお、光学台30₂のプラケット、および連結部材33との螺合状態は図示を省略してある。

- 5 次いで、矯正光学系K₁、K₂のレンズ駆動につき説明するが、両光学系K₁、K₂の構成は同一であるので一方の光学系K₁を例として説明する。第1群レンズ系6₁は鏡筒37₁の前端に配置され、かつ、鏡筒37₁は光軸方向に延びるラック38₁が取り付けられている。そして、このラック38₁はビニオン38₁と係合し、このビニオン38₁はモータ40₁に軸支されている。これにより第1群レンズ系6₁は光軸に沿つて移動可能となる。また、第1群レンズ系6₁の後方には第2群レンズ系7₁および第3群レンズ系8₁の一方が所定間隔を置いて配置され、各レンズ系7₁、8₁は光学台30₁に固定されている。さらに、鏡筒37₁の後方には鏡筒41₁が設けられ、この鏡筒41₁には2つの円柱レンズ9₁、9₂が前後して配置されている。そして、一方の円柱レンズ9₁はリング歯車42₁に取り付けられ、このリング歯車42₁は駆動歯車43₁を介してモータ44₁に連結されている。また、他方の円柱レンズ9₂はリング歯車42₁の後方に設けられたリング歯車45₁に取り付けられ、このリング歯車45₁は駆動歯車46₁を介してモータ47₁に連結されている。こうして、円柱レンズ9₁、9₂は光軸のまわりに回転自在となつてている。
- また、鏡筒41₁の後方には鏡筒48₁が設けられ、この鏡筒48₁の前端には第3レンズ群8₁、他方が固定され、その後方には水平方向の偏角プリズム10₁、10₂が配置されている。そして、これら偏角プリズム10₁、10₂はそれぞれ王冠歯車49₁、50₁がそれぞれ取り付けられ、これら王冠歯車49₁、50₁は1つのビニオン51₁と結合し、このビニオン51₁はモータ52₁により回転運動する。これにより、偏角プリズム10₁、10₂は互いに逆方向に同角度だけ回転し得ることとなる。さらに、水平方向の偏角プリズム10₁、10₂の後方には垂直方向の偏角プリズム11₁、11₂が配置され、これらの偏角プリズム11₁、11₂には水平方向の場合と同様王冠歯車53₁、54₁がそれぞれ取り付けられこれらの王冠歯車53₁、54₁はビニオン55₁を介してモータ

(7)

特公 平 5-9092

13

5 6,により水平方向と同様な回転駆動を行ない得るようになっている。

なお光学台 3 0₁, 3 0₂は前後の案内用の支持管 5 7, 5 8が取り付けられ光学台 3 0₁, 3 0₂の水平方向の移動を安定なものにしている。また、光学台 3 0₁, 3 0₂の後端には案内ロッド 5 9₁, 5 9₂およびアーム 6 0₁, 6 0₂を介してスライド板 6 2₁, 6 2₂が連結され、アーム 6 0₁, 6 0₂は回動ピン 6 1₁, 6 1₂のまわりに回動自在となつてあり、スライド板 6 2₁, 6 2₂の移動量により矯正光学系 K₁, K₂の光軸の水平移動量を目視し得るようになっている。このように構成された矯正光学系 K₁, K₂は各モータ 3 8, 4 0₁, 4 0₂, ……を後述する制御演算回路の出力により制御して調整駆動が行なわれることとなる。なお、光学台 3 0₁に取り付けられモータ 4 4₁, 4 7₁同様な働きをするモータの図示は省略され、その他各光学系 K₁, K₂に対称的に現われる部材、部位の図示および説明は省略されている。

次に、第 1 0 図に基づいて本装置の制御駆動を図る制御演算回路等の処理系統につき説明する。図において符号 7 0 は制御部を構成する制御演算回路であり、この制御演算回路 7 0 は駆動入力部 Xa またはデータ入力部 Xb からの信号を受けて駆動出力部 Y および表示手段 Xc の作動を図るよう制御演算を行なうものでマイクロコンピュータなどにより構成される。データ入力部 Xb はあらかじめ概略判明している被検眼の屈折力データ例えば他覚式屈折力測定装置での測定結果データ等を入力するためのものであり、このデータ入力部 Xb を設けることによりあらかじめ入力された測定結果データに基づいて設定された矯正度数から本件発明の自覚式屈折力測定装置での高精度な測定を短時間でなすことができる。駆動入力部 Xa の通用近用切換スイッチ 7 1 は駆動回路 7 2 を介して屈折力検査用視標 4 の駆動用モータ 7 3 に接続されており、その駆動信号が制御演算回路 7 0 に供給されて等用屈折力測定または近用屈折力測定の選択情報を与えるようになっている。また、駆動入力部 Xa の矯正光学系軸間移動スイッチ 7 4 は矯正光学系 K₁, K₂の各光軸間距離を変えるための移動用モータ 3 6 に駆動情報を与えるものであり、制御演算回路 7 0 指令をえてその出力により駆動出力部 Y を構成する駆動回路 7 5 を介し

14

て移動用モータ 3 6 の駆動を図るようになつている。さらに、矯正光学系軸間移動スイッチ 7 4 の作動により移動用モータ 3 6 が駆動すると共に照準板 2 3 a, 2 3 b が動いて瞳孔間距離が定まるごとに、表示手段 Xc を構成する瞳孔間距離表示部 7 6 にその値が表示される。なお、瞳孔間距離はデータ入力部 Xb を構成する瞳孔間距離データ部 7 7 からの指令によつても制御されるようになつている。

また、駆動入力部 Xa の球面度数変化スイッチ 7 8₁(以下説明を簡略化するため符号は右眼系のみについて記す。) は第 1 群レンズ系 8₁の移動用モータ 4 0₁に駆動情報を与えるものであり、制御演算回路 7 0 および駆動出力部 Y の駆動回路 7 9₁を介してモータ 4 0₁に駆動信号を与えるようになつている。こうして、球面度数が変化すると表示手段 Xc の球面度数表示部 8 0 にそれに応じた値が表示される。なお、球面度数はデータ入力部 Xb の球面度数データ部 8 1 からの信号によつても制御されるようになつている。

さらに、駆動入力部 Xa の円柱度数変化スイッチ 8 2₁は第 1 および第 2 の円柱レンズ 9₁, 9₂の互いに逆方向への回転を図るモータ 4 4₁, 4 7₁に駆動情報を与えるもので、制御演算回路 7 0 および駆動出力部 Y の駆動回路 8 3₁, 8 3₂を介してモータ 4 4₁, 4 7₁へ駆動信号を与えるようになつている。こうして円柱度数が変化するとこれに応じて表示手段 Xc の円柱度数表示部 8 4 にその値が表示される。また、円柱度数はデータ入力部 Xb の円柱度数データ部 8 5 からの信号によつても制御されるようになつている。

また、駆動入力部 Xa の円柱軸角度変化スイッチ 8 5₁は第 1 および第 2 の円柱レンズ 9₁, 9₂の同一方向への回転を図るモータ 4 4₁, 4 7₁に駆動情報を与えるもので、制御演算回路 7 0 および駆動出力部 Y の駆動回路 8 3₁, 8 3₂を介しモータ 4 4₁, 4 7₁へ駆動信号を与えるようになつている。こうして、円柱軸の角度が決まるとその値は表示手段 Xc の円柱軸角度表示部 8 6 に表示される。また、円柱軸の角度はデータ入力部 Xb の円柱軸角度データ部 8 7 の信号によつても制御されるようになつている。

そして、駆動入力部 Xa の水平方向偏角プリズム変化スイッチ 8 8₁は水平方向の偏角プリズム

(8)

特公 平 5-9092

15

101, 110の回転を図るモータ52に駆動情報を供給するものであり、制御演算回路70および駆動出力部Yの駆動回路89を介してモータ52に駆動信号を与えるようになっている。また、駆動入力部Xaの垂直方向偏角プリズム変化スイッチ90は垂直方向の偏角プリズム11, 11の回転を図るモータ56に駆動情報を与えるものであり、制御演算回路および駆動出力部Y回路91を介してモータ56に駆動信号を与えるようになっている。こうして偏角プリズム10, 10, 11, 11の回転により得られる斜位補正プリズム値は表示手段Xcの斜位補正プリズム値表示部92に表示される。また、プリズム値はデータ入力部Xbの斜位補正プリズム値データ部93の信号によつても制御されるようになつてゐる。

また、駆動入力部Xaの測定選択スイッチ96は屈折力の粗測定、円柱度数の精密測定、および円柱軸角度の精密測定の3者を逐一的に選択し得るようになつており、その選択倍号は制御演算回路70へ供給される。さらに、駆動入力部Xaを構成する状態変化スイッチ97は測定選択スイッチ96による各測定の選択が行なわれている場合に作動させるものである。すなわち、例えば円柱度数の精密測定が選択されている場合には状態変化スイッチ97の作動により屈折力の粗測定の際に得られて第1および第2の円柱レンズ91, 91の状態により決まる円柱度数を所定の微小値だけ増減し得るようになつており円柱度数の精密測定が行なえる。このような測定は主として制御部を構成する第1の状態変化手段の作動により支配される。また、円柱軸角度の精密測定が選択されている場合には同様に状態変化スイッチ97の作動により屈折力の粗測定の際に得られて第1および第2の円柱レンズ91, 91の状態により決まる合成円柱軸角度のみを増減し得るようになつており円柱軸角度の精密測定が行なえる。このような測定は主として制御部を構成する第2の状態変化手段の作動により支配される。

次に、円柱度数および円柱軸角度の各精密測定における制御演算回路70の制御内容につき説明する。まず、円柱度数の精密測定は、レンズの強主径線に対する屈折力を所定の微小範囲d/2だけ増大させる一方、弱主径線に対する屈折力を微

16

小範囲d/2だけ減少させることにより定まる第1の状態と、この第1の状態とは逆に強主径線に対する屈折力を微小範囲d/2だけ減少させると共に弱主径線に対する屈折力をその微小範囲d/2だけ増大させることにより定まる第2の状態とをそれにつくり、両状態の比較観察を被検者に行なわせるものである。なお、精密測定を行なう前には粗測定が行なわれているが、この際球面度数S₀および円柱度数C₀がそれぞれ得られているものとする。

このとき制御演算回路70、円柱度数C₀を設定するため第1円柱レンズ91の円柱軸と第2円柱レンズ91の円柱軸とにより形成される交差角

α を前述した④式 $\frac{1}{2} \cos^{-1}(1 - \frac{\alpha^2}{2D^2})$ (以下の式を f(C₀) で表わす。)に基づいて演算し、この演算結果に基づき駆動回路83, 83を作動させて第1および第2の円柱レンズ回転用モータ44, 47の駆動が図られるようになっている。次いで、測定選択スイッチ96により円柱度数の精密測定が選択され、状態変化スイッチ97の操作により前述した第1状態が指定されると円柱度数の値はC₀からC₀+dへと変化する。この場合、制御演算回路70は第1円柱レンズ91の円柱軸と第2円柱レンズ91の円柱軸との交差角 $\alpha = \frac{1}{2} \cos^{-1}(1 - (C_0 + d)^2 / 2D^2)$ の式(以下の式を f(C₀+d) で表わす。)に基づいて演算し、この演算結果により駆動回路83, 83を作動させて第1および第2の円柱レンズ回転用モータ44, 47が制御されるようになっている。

一方、第11図aは屈折力の粗測定時および円柱度数の精密測定の第1状態時における第1円柱レンズ91と第2円柱レンズ91との位置関係を示したものである。なお、同図においては位置関係を分かり易くするため移動量を誇張して示してある。また、同図においては第1円柱レンズ91の屈折力を正とし第2円柱レンズ91のそれを負として示されていると共に、屈折力の粗測定終了時における各レンズの位置を破線で表わし、円柱度数の精密測定における第1状態を実験で表わしている。そして、粗測定終了時における第1円柱レンズ91および第2円柱レンズ91の各円柱軸をそ

(9)

特公 平 5-9092

17

それぞれ l_1 , l_2 で示し、第 1 状態における各円柱レンズ g_1 , g_2 の円柱軸をそれぞれ l_1' , l_2' で示している。なお、同図において α はそれぞれの測定時における各円柱軸の中間方向の軸を表わしている。つまり、中間方向の軸はいずれの状態においても変わることとなり、粗測定時における円柱軸 l_1 , l_2 の交差角は α_0 であるが第 1 状態における円柱軸 l_1' , l_2' の交差角は増加して α となる。この結果、中間方向の軸は表わされる角円柱レンズ g_1 , g_2 の合成屈折力の方向は変らず円柱度数のみが C_0 から $C_0 + d$ へと変化することとなる。

次に、状態変化スイッチ 9 7 の操作により第 2 状態が指定されると円柱度数は C_0 から $C_0 - d$ へと変化する。この場合制御演算回路 7 0 は、第 1 円柱レンズ g_1 の円柱軸と第 2 円柱レンズ g_2 の円柱軸との交差角 α_m を $\frac{1}{2} \cos^{-1}(1 - (C_0 - d)^2 / 2D)$ の式（以下この式を $(C_0 - d)$ で表わす。）に基づいて演算し、この演算結果により駆動回路 8 3, g_3 を作動させて第 1 および第 2 の円柱レンズ回転用モータ 4 4, $4 7$ が制御されるようになっている。

なお、第 11 図 b は屈折力の粗測定時および円柱度数の精密測定の第 2 状態における第 1 円柱レンズ g_1 および第 2 円柱レンズ g_2 の位置関係を示したものである。ここで、第 11 図 b は第 11 図 a の場合と同様に各レンズの位置関係を分かり易くするため誇張して描かれ、粗測定時のレンズの位置を破線で示すと共に第 2 状態のレンズの位置を実線で示してある。また、粗測定時における各レンズ g_1 , g_2 の円柱軸をそれぞれ l_1 , l_2 で表わすと共に、第 2 状態における各円柱軸をそれぞれ l_1'' , l_2'' で示している。この第 11 図 b から分かる通り粗測定時における各円柱軸を中間方向の軸は変らず、また各円柱軸の交差角は粗測定時には α_0 であるが第 2 状態では α_0 に減少している。したがって、各円柱レンズ g_1 , g_2 の合成屈折力の方向は測定の前後において変らず、円柱度数のみが C_0 から $C_0 - d$ へと変化する。

次に、測定選択スイッチ 9 8 によって円柱軸角度の精密測定が選択され、状態変化スイッチ 9 7 によって前述した第 1 状態が指定されると各レンズ g_1 , g_2 の合成の円柱軸角度は粗測定時における角度 A_0 から角度 A_1 へ変化する。このように

円柱軸角度を変化させるためには、粗測定時における第 1 円柱レンズ g_1 および第 2 円柱レンズ g_2 の各円柱軸の交差角を変えることなく両レンズ g_1 , g_2 をその光軸のまわりに $A' - A_0$ 角度だけ回転させれば良い。これは、両円柱レンズ g_1 , g_2 の交差角が変化しない場合には合成の円柱度数も変化しないためである。

第 12 図 a は屈折力の粗測定終了時および円柱軸角度の精密測定の第 1 状態を示しており、前者のレンズの状態は破線で示された後者のレンズの状態は実線でそれぞれ示されている。

次に、状態変化スイッチ 9 7 より前述した第 2 状態が指定されると円柱軸の角度が A_0 から A' へ変化する。この場合、第 1 円柱レンズ g_1 および第 2 円柱レンズ g_2 は各軸方向の交差角を α_0 の角度に保つまま光軸のまわりに回転する。第 12 図 b は第 1 円柱レンズ g_1 と第 2 円柱レンズ g_2 の粗測定時における状態を破線で示すと共に、円柱軸角度の精密測定時における状態を実線で示している。

この場合、制御演算回路 7 0 は次の両式に基づいて第 1 状態および第 2 状態における円柱軸角度 A' , A'' を求める演算を行なう。つまり、前述した⑦式において $\theta_m = A'$, $D_a = C_0$, $\varphi_a = A_0$, $D_b = d$, $\varphi_b = A_0 + 45^\circ$ を代入して得られる

$$\begin{aligned} A' &= \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{C_0 \sin 2A_0 + d \sin(2A_0 + 90^\circ)}{C_0 \cos 2A_0 - d \cos(2A_0 + 90^\circ)} \\ &= \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{C_0 \sin 2A_0 + d \sin 2A_0}{C_0 \cos 2A_0 - d \sin 2A_0} \quad \dots \text{⑧} \end{aligned}$$

の式、および⑦式において $\theta_m = A''$, $D_a = C_0$, $\varphi_a = A_0$, $D_b = d$, $\varphi_b = A_0 + 45^\circ$ を代入して得られる

$$\begin{aligned} A'' &= \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{C_0 \sin 2A_0 + d \sin(2A_0 + 90^\circ)}{C_0 \cos 2A_0 + d \cos(2A_0 + 90^\circ)} \\ &= \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{C_0 \sin 2A_0 - 2\varphi_m}{C_0 \cos 2A_0 + d \sin 2A_0} \quad \dots \text{⑨} \end{aligned}$$

の式に基づき演算が行われる。そして、この演算結果により駆動回路 8 3, g_3 を作動させて第 1 および第 2 の円柱レンズ回転用モータ 4 4, $4 7$ の駆動を図り、これにより第 1 および第 2 の円柱レンズ g_1 , g_2 の合成円柱軸角度を A' または A'' の大きさに設定する。

なお、このように設定された円柱軸角度 A' , A'' は、従来例で説明したクロスシリンダによる

(10)

特公 平 5-9092

19

屈折力測定において粗測定時におけるクロスシリンドの合成円柱軸角度を微小屈折度 d だけ変化させると共にその合成円柱軸角度を 45° だけ偏移させ、その反転の前後に形成される第1および第2の状態の各合成円柱軸角度と等価となつてゐる。

なお、表示手段Xcの各表示部76, 80……に表示された値に対応する信号は撮像管26から得られる映像信号と共に信号処理部94を構成する合成回路95により信号合成が行なわれ、この合成回路95の出力を受けてモニターテレビ27の画面上に矯正すべき屈折力測定の結果が写し出されるようになる。

次に、制御演算回路70の制御例につき説明する。例えば球面度数変化スイッチ78, や円柱度数変化スイッチF82の操作により所望の球面度数および円柱度数を得るために、校正光学系Kの第1群、第2群および第3群レンズ系61, 71, 81(以下球面光学系といふ)ならびに第1および第2の円柱レンズ91, 91(以下円柱光学系といふ)を次のように調整すれば良い。すなわち、球面光学系および円柱光学系の合成屈折力は第1および第2の円柱レンズ91, 91の各軸の交差角の関数として表わされるため、球面度数あるいは円柱度数に対応した交差角に設定するよう調整を行なう。

また、円柱軸変化スイッチ85により円柱軸の角度を得る場合には第1および第2円柱レンズ91, 91の各軸の交差角と基準の角度との和あるいは差により決まる角度だけ第1の円柱レンズ91、または第2の円柱レンズ91を回転させる。

さらに、水平方向の偏角プリズム変化スイッチ88, 88により所望のプリズム値を得るには、偏角プリズム101, 101の回転角とプリズム値との間に所定の関係式が成立することから、そのプリズム値に対応した角度だけ偏角プリズム101, 101を回転させる。垂直方向のプリズム値を得る場合は水平方向の偏角プリズム101, 101に対して直交して配置されていることを考慮する他水平方向と同様に垂直偏角プリズム111, 111の回転制御を図るようにする。

次に、この実施例の屈折力測定装置を用いた屈折力の測定につき第13図の流れ図を参照しながら説明する。

制御演算回路70は、粗測定で求めた円柱度数

20

に対応した各トーリックレンズの円柱軸の交差角を得るように円柱光学系の回転を制御する回動制御手段として機能する。また、制御演算回路70と駆動回路83と円柱レンズ回転用モータ44,

47とで、トーリックレンズの円柱軸の交差角の中間方向を基準線l0とし前期回動制御手段の作動を図つて前期基準l0を中心にして前期交差角を前記粗測定で求めた円柱度数に対応して所定範囲内で増減させることにより該円柱度数の精密測定を行なう第1の状態変化手段と、屈折力の粗測定時に得られる円柱軸角度を、前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を変化させずに前記各トーリックレンズを同じ方向に前記回動制御手段の作動を図つて所定範囲内で増減させることにより該円柱軸角度の精密測定を行なう第2の状態変化手段として機能する。

まず、電源の投入がなされて測定開始の信号が発せられるとスタートのステップ100から判断のステップ101へ移行する。そして、このステップ101においては当該測定が粗測定であるか否かの判定を行なう。この判定結果が肯定YESである場合には次の判断のステップ102へ移行し、このステップ102において球面光学系の球面度数を変更するか否かが判定される。この判定結果が肯定

YESである場合、すなわち被検者が検査用視標を明瞭に見ることができない場合には処理のステップ103において球面度数を増減させるデータを入力する。このデータの入力により視標をほぼ明瞭に見ることができるようになつたら判断のステップ104へ移行する。なお、ステップ102における

判定結果が否定NOである場合には直ちにステップ104へ移行する。なお、球面度数の粗測定において被検者が見る視標は大小各種の文字あるいは数字を配列したものであり、この視標を緑色フィルムおよび赤色フィルムを介してそれぞれ観察させていざれの場合にも同程度に見えるよう球面度数を変化させる。また、この状態において被検者に円柱軸角度測定用視標、例えば一点のまわりに放射状に等感覚を置いて一群の直線を配置した視標を観察させ、そのうちの明瞭に見える方向が円柱軸角度であると推定される。

一方、ステップ104においては円柱度数を変更するか否かの判定がなされ、その変更を必要とする場合(YES)は円柱度数の増減を図る処理の

(11)

特公 平 5-9092

21

ステップ105へ移行し、その入力データを得た後次のステップ106へ移行する。なお、円柱度数の変更を要しない場合(NO)は直ちにステップ106へ移行する。このステップ106においては円柱軸角度を変更するか否かの判定がなされるわけであるが、その変更可否の基準は上述の如く推定された円柱軸角度に求められる。そして、円柱軸角度の変更を要する場合は処理のステップ107へ移行して円柱軸角度を増減させるデータを入力する。

なお、円柱軸角度の変更は上記の如く推定された円柱軸角度を円柱軸角度変化スイッチ8の操作により増減することにより行ない、円柱度数の変更は円柱度数変化スイッチ82の操作により増減させて行なう。こうして、円柱軸角度測定用規標の各直線が被験者にとつてほぼ一様に見えるようになつた状態を粗測定の終了時とする。

次に、ステップ101において判定結果が否定NOである場合、すなわち精密測定の場合はまずステップ108へ移行する。このステップ108では円柱度数の精密測定であるか否かの判定がなされ、その判定結果が肯定YESである場合には次のステップ109へ移行する。

ステップ109では状態変化スイッチ97の操作により状態変化をさせ被験者に第1状態と、第2状態との比較観察を行なわせる。この比較観察は次段のステップ110を介して、両者の見え方が確認されるまで繰り返される。この比較観察の結果、両者の見え方に差が生じている場合には、円柱度数変化スイッチ82によつて設定した円柱度数が適当でないので、状態変化を一旦中断し、ステップ102及びステップ104を介してステップ105に移行し、円柱度数変化スイッチ82によつて円柱度数を適当に増減させて、数ステップを介して再びステップ109において第1状態と第2状態との比較観察が行なわれる。

上記のルーチンは第1状態と第2状態との見え方が同程度となるまで繰り返される。ここで状態変化とは具体的には、第1および第2の円柱レンズ91, 92の各円柱軸がなす交差角を $f(C_0 + d)$ または $f(C_0 - d)$ に変化させることをいう。こうして第1および第2の状態でそれぞれ得られる円柱度数の中間値すなわち円柱度数変化スイッチ82によつて設定した円柱度数値が円柱度数の

精密測定により得られた測定値となる。

一方、ステップ108における判定結果が否定NOである場合には、ステップ111に移行する。ステップ111では状態変化スイッチ97の操作により状態変化をさせ被験者に第1状態と第2状態との比較観察を行なわせる。この比較観察は次段のステップ112を介して両者の見え方が確認されるまで繰り返される。この比較観察の結果、両者の見え方に生じている場合には、円柱軸角度変化スイッチ85によつて設定した円柱軸角度が適当でないので状態変化を一旦中断し、ステップ102、ステップ104及びステップ106を介してステップ107に移行し円柱軸角度変化スイッチ85によつて円柱軸角度を適当に増減変化させる。この後數ステップを介して再びステップ111において第1状態と第2状態との比較観察が行なわれる。上記ルーチンは第1状態と第2状態との見え方が同程度となるまで繰り返される。ここで状態変化とは円柱軸角度を A' または A'' に変化させることをいう。こうして第1および第2の状態でそれぞれ得られる円柱軸角度の中間値すなわち円柱軸角度変化スイッチ85によつて設定した円柱軸角度値が円柱軸角度の精密測定により得られた測定値となる。

こうして、すべての測定が終了するとステップ113からエンドのステップ114へ移行してすべての演算も終了する。この測定終了時における球面光学系の球面度数を S_i 、円柱光学系円柱度数および円柱軸角度をそれぞれ C_i , A_i とすると、被験眼の処方箋表示の矯正値は球面度数が $S_i - \frac{C_i}{2}$ となり、円柱度数が C_i 、そして円柱軸角度が A_i となる。このような結果は、この発明に係る屈折力測定装置が円柱光学系を互いに符号の異なる屈折力を有する2つの円柱レンズ91, 92で構成していることに起因したものであることを示唆している。

なお、上述の実施例においては円柱光学系を2つの円柱レンズ91, 92で構成したが、円柱レンズの代りにレンズの一面が円環面であつて他の面が球面または平面のレンズを用いても良く、かかるレンズおよび上述の円柱レンズのいずれについてもこの実施例の説明においてはトーリックレンズであるとする。

また、上述の実施例においては矯正光学系の像

22

5
10
15
20
25
30
35

25
30
35

(12)

特公 平 5-9092

23

を被検眼の眼前に形成する構成の屈折力測定装置につき説明したが、被検眼の眼前に矯正レンズを配置する構成の屈折力測定装置についてもこの発明を適用し得ることは勿論である。

以上説明したように、この発明によれば粗測定で求めた円柱度数に対応いた前記各トーリツクレンズの円柱軸の交差角を得るようには、凹円柱光学系の回転を制御する回動制御手段と、前記トーリツクレンズの円柱軸の交差角の中間方向を基準線とし前記回動制御手段の作動を図つて前記基準線を中心にして前記交差角を粗測定で求めた円柱度数に対応して所定範囲内で増減させることにより該円柱度数の精密測定を行なう第1の状態変化手段と、屈折力の粗測定時に得られる円柱軸角度を、前記化トーリツクレンズの円柱軸の交差角を変化させずに前記各トーリツクレンズと同じ方向に前記回動制御手段の作動を図つて所定範囲内で増減させることにより該円柱軸角度の精密を測定を行なう第2の状態変化手段とを備えたものであるから、第1の状態変化手段が、トーリツクレンズの円柱軸の交差角の中間方向を基準線としてその交差角を所定範囲内で増減させて円柱度数の精密測定を行なう。

そして、第2の状態変化手段が、トーリツクレンズの交差角を一定にした状態で各トーリツクレンズの円柱軸角度を同方向へ所定の範囲内で増減させて円柱軸角度の精密測定を行なうものであるから、クロスシリングダが不要となるとともに円柱軸角度の精密測定の操作が簡単になるという作用効果を奏するものである。また、屈折力の粗測定から精密測定へ移行する場合従来のような球面光学系の球面度数の変化を必要としないので光学系制御の複雑化を避けられる。

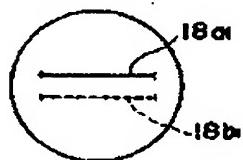
図面の簡単な説明

第11図はこの発明の実施例に用いられるバリアルクロスシリングダを説明する斜視図、第2

図は第1図のレンズ系の屈折力を説明するX-Y座標図、第3図はこの発明を自覚式屈折力測定装置に適用した場合の光学系配置を説明する斜視図、第4図は第3図の装置を構成する指標投影系を説明する概略構成図、第5図は指標投影系の指標を示す模式図、第6図および第7図は照準光学系の指標を示す模式図であつて第6図は一方の指標板の指標像、第7図は他方の指標板の指標像をそれぞれ示し、第8図a~eは被検眼位置設定の調整手順を説明する図であり、第8図aは調整前の状態、第8図bは上下方向の調整を行なつた場合、第8図cは作動距離設定が終つた場合、第8図dは左右方向の調整が終つた場合、第8図eは全ての調整が終つた場合をそれぞれ示し、第9図は矯正光学系のレンズ駆動機構を示す斜視図、第10図はレンズ駆動機構を制御する回路を説明するプロック図、第11図a, bは屈折力の粗測定時および円柱度数の精密測定時における円柱光学系の屈折力変化を説明する図であつて、第11図aは精密測定の第1状態時と粗測定時との比較の説明をする斜視図、第11図bは精密測定の第2状態時と粗測定時との比較を説明する斜視図をそれぞれ示し、第12図a, bは屈折力の粗測定時および円柱軸角度の精密測定時における円柱光学系の屈折力変化を説明する図であつて、第12図aは精密測定の第1状態時と粗測定時との比較を説明する斜視図、第12図bは精密測定の第2状態時と粗測定時との比較を説明する斜視図をそれぞれ示し、第13図は屈折力測定時における制御演算回路の作動を説明する流れ図である。

4.....屈折力検査用視標、
6,, 6.....第1群レンズ系、7,, 7.....第2群レンズ系、8,, 8.....第3群レンズ系球面光学系、9,, 9.....第1の円柱レンズ、9,, 9.....第2の円柱レンズ)円柱光学系、70.....制御演算回路(制御部)。

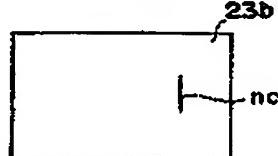
第5図



第6図



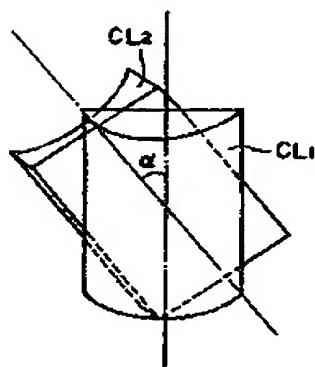
第7図



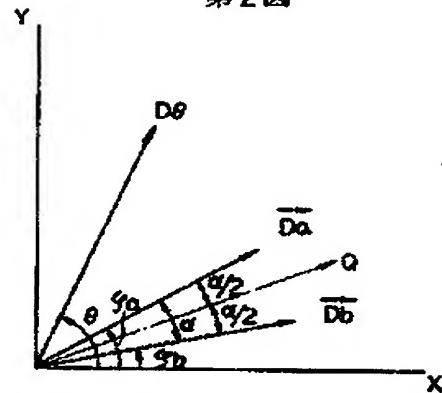
(13)

特公 平 5-9092

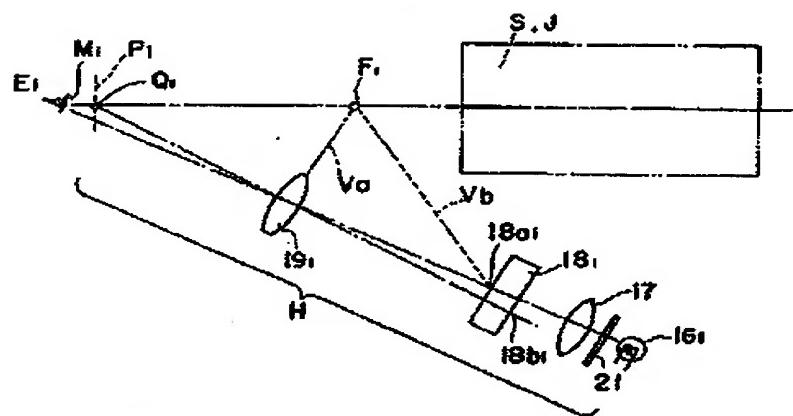
第1図



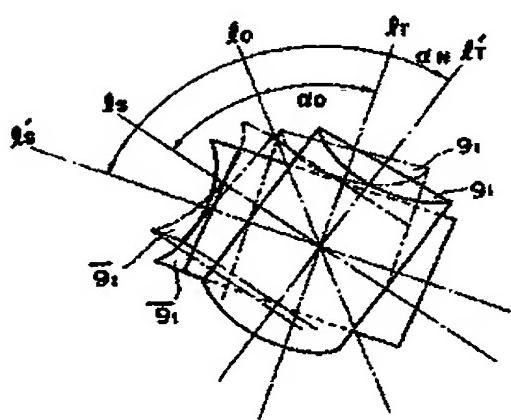
第2図



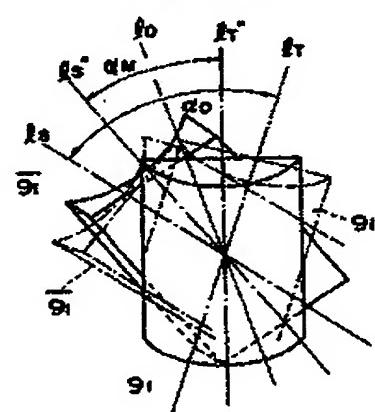
第4図



第11図 a



第11図 b

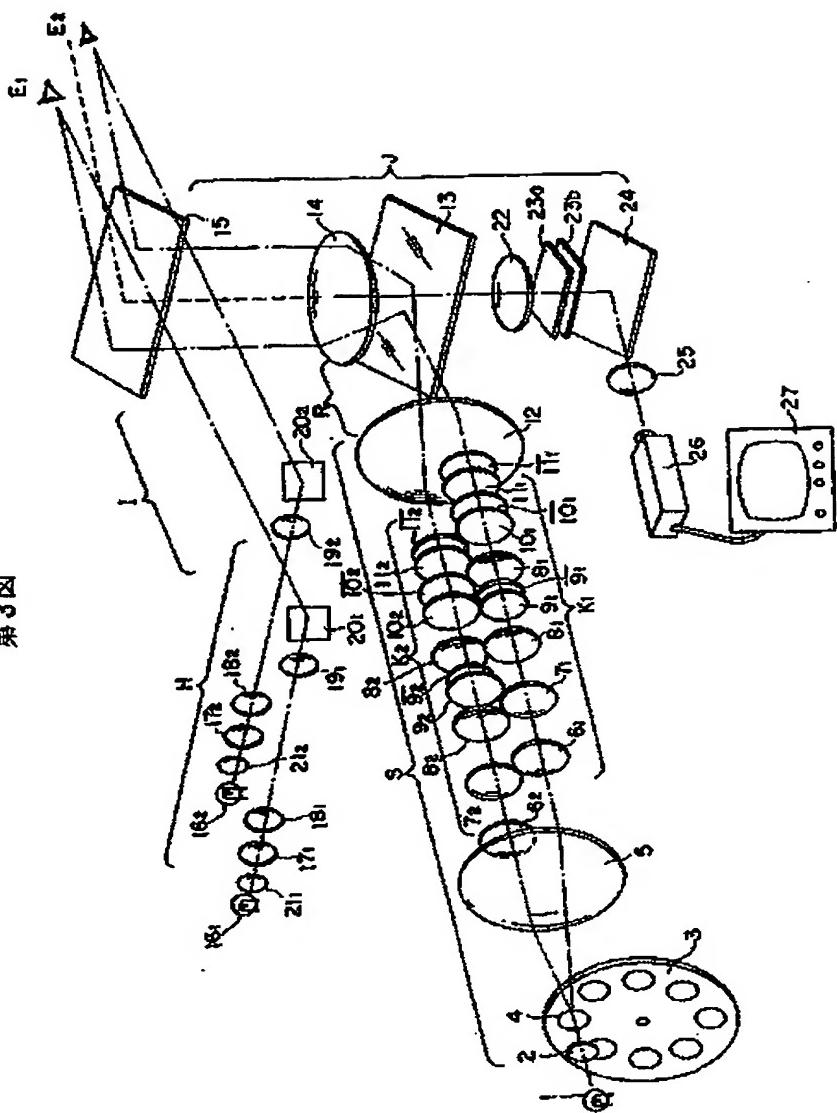


— 93 —

(14)

特公 平 5-9082

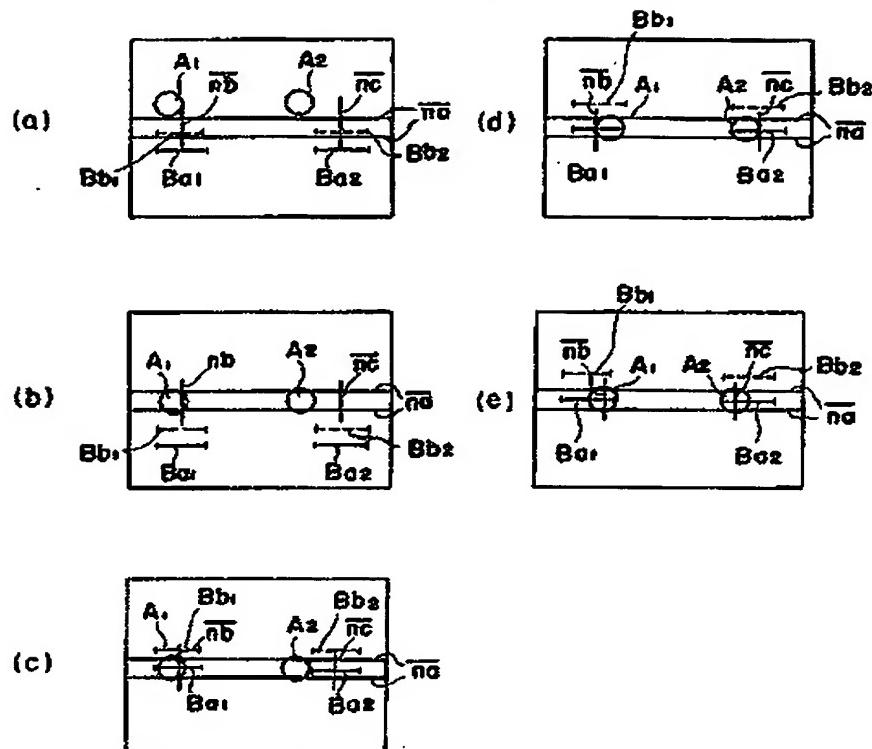
四三



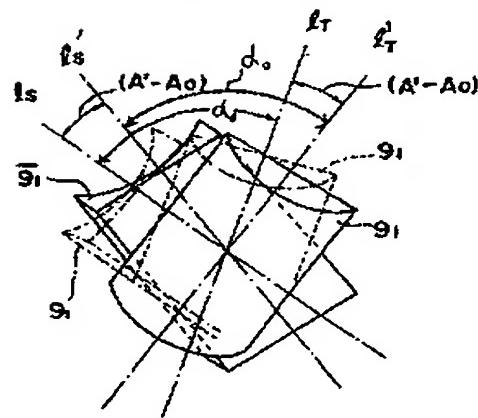
(15)

特公 平 5-9092

第8図

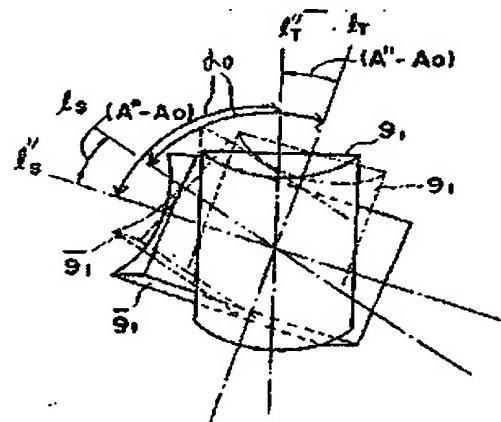


第12図 a



- 85 -

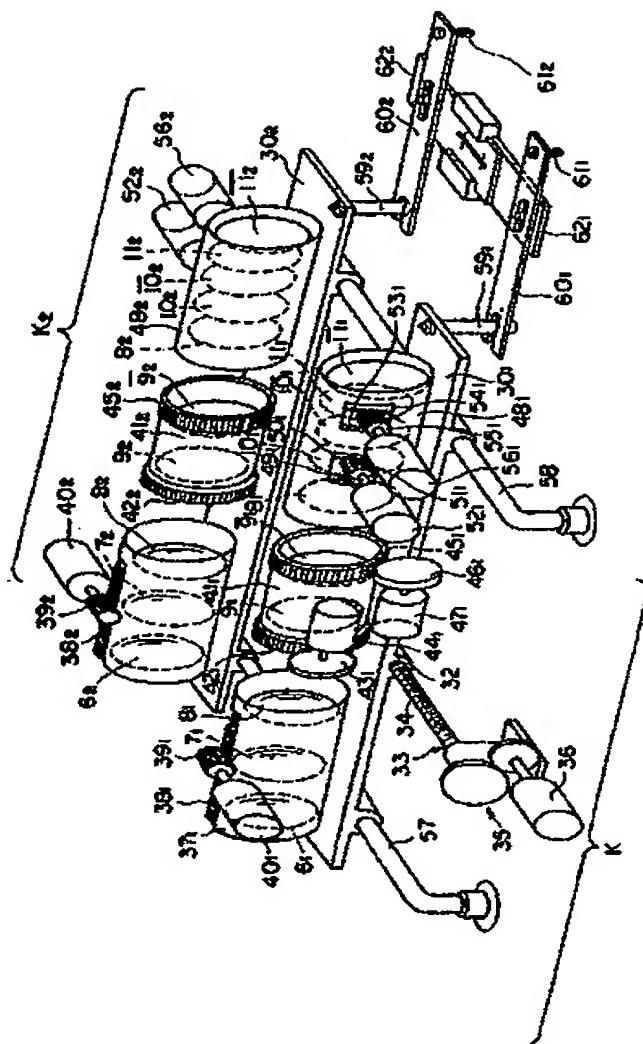
第12図 b



(16)

特公 平 5-9092

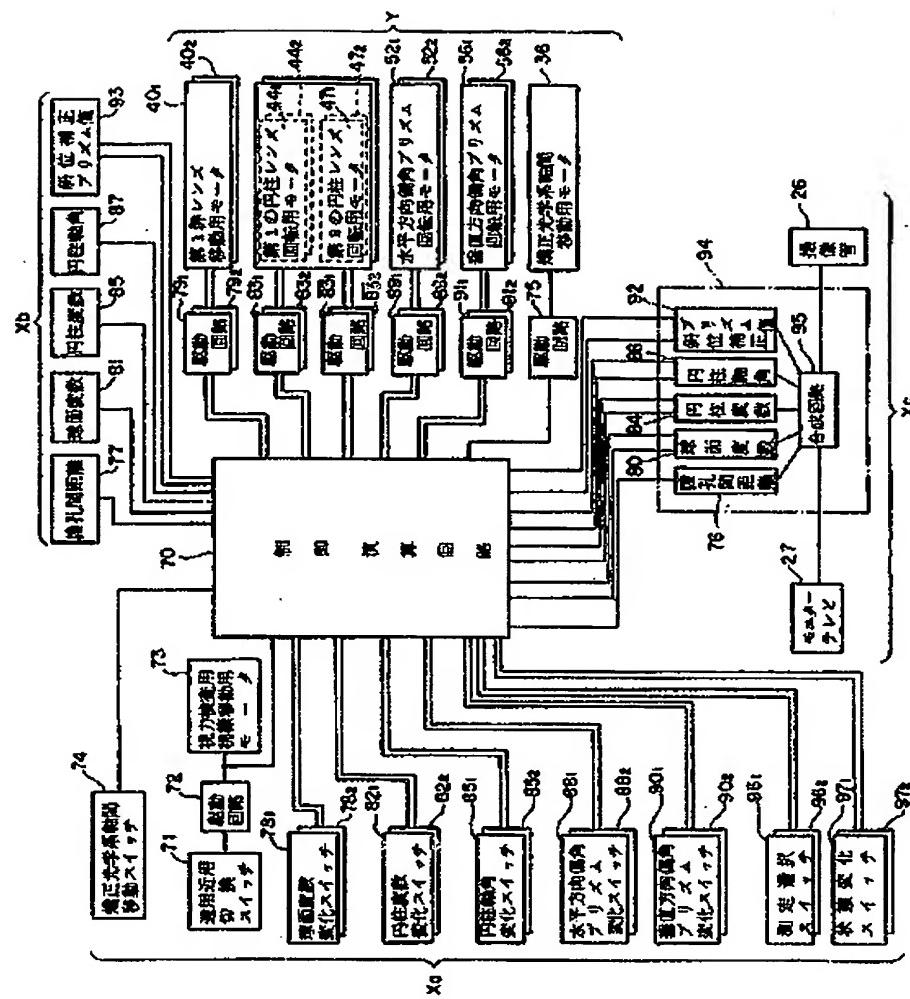
第9図



(17)

特公 平 5-9092

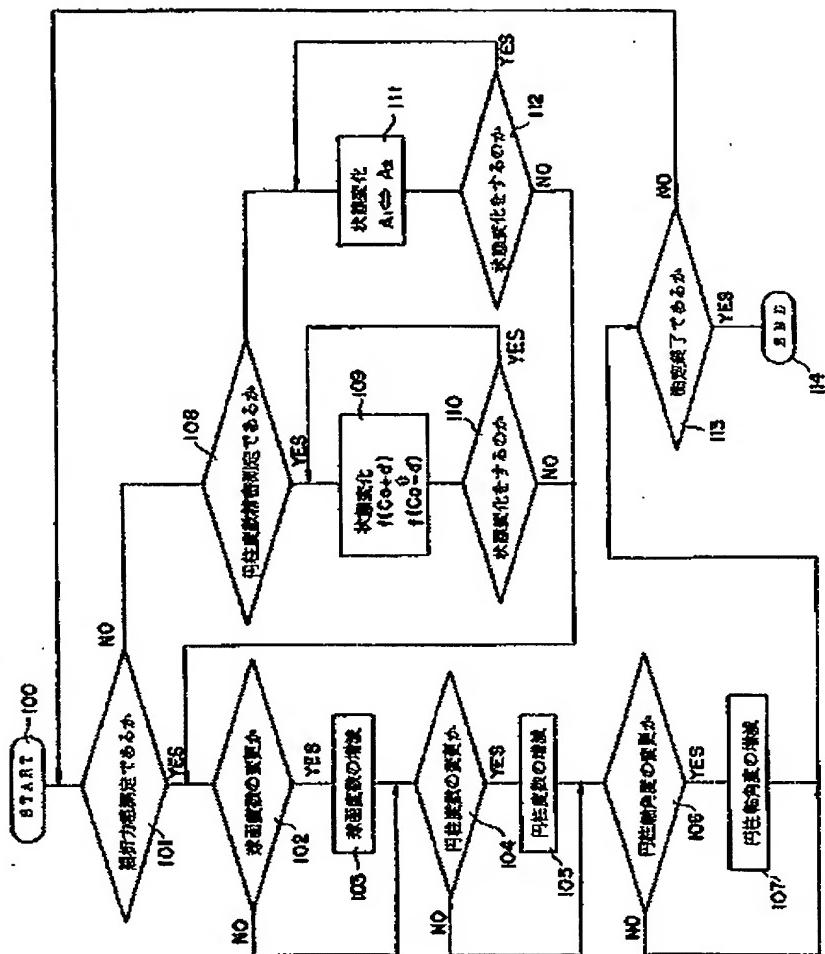
第10回



(18)

特公 平 5-9092

第13回



特公平5-9092

【公報種別】特許法(平成6年法律第116号による改正前。)第64条の規定による補正

【部門区分】第1部門第2区分

【発行日】平成9年(1997)11月5日

【公告番号】特公平5-9092

【公告日】平成5年(1993)2月4日

【年通号】特許公報5-228

【出願番号】特願昭58-55273

【特許番号】2067625

【国際特許分類第6版】

A61B 3/10

[F I]

A61B 3/10 M 277-21

【手続補正旨】

1 「特許請求の範囲」の項を「1 検査用指標を球面光学系および円柱光学系を介して投影することにより被検眼の屈折力を測定する屈折力測定装置において、

球面度数を可変とする球面光学系と、円柱度数を可変とする円柱光学系と、前記両光学系の球面度数および円柱度数をそれぞれ可変制御する制御部とを有し、前記球面光学系は、その光軸方向に移動することにより球面度数を可変とする球面レンズを含んで構成され、前記円柱光学系を光軸のまわりに回転自在であって屈折力の符号が互いに異なる2つのトーリックレンズから構成し、

前記制御部は、粗測定で求めた円柱度数に対応した前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を得るように該円柱光学系の回転を制御する回転制御手段と、

前記トーリックレンズの円柱軸の交差角の中間方向を基準線とし前記回転制御手段の作動を図って前記基準線を中心にして前記交差角を前記粗測定で求めた円柱度数に対応して所定範囲内で増減させることにより該円柱度数の精密測定を行なう第1の状態変化手段と、屈折力の粗測定時に得られる円柱軸角度を、前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を変化させずに前記各トーリックレンズと同じ方向に前記回転制御手段の作動を図って所定範囲内で増減させることにより該円柱軸角度の精密測定を行なう第2の状態変化手段とを備えたことを特徴とする屈折力測定装置。」と補正する。

2 第4節23行「目的とする。」の次に「また、この発明は、光学素子の退避スペースを設ける必要がなく、これにより装置の小型化を図ることのできる屈折力測定装置を提供することを目的とする。」を加入する。

3 第7節8行「ここで」を「この構成により、光学素子の退避スペースを設ける必要がないので、レンズの口径程度の省スペースの大きさ程度に測定光学系を納めることが可能となる。すなわち、装置の小型化を図ることができ、しかも、無段階に球面度数を補正することができる。ここで」と補正する。

4 第23節5~30行「この発明によれば……である。また、」を「この発明によれば、検査用指標を球面光学系および円柱光学系を介して投影することにより被検眼の屈折力を測定する屈折力測定装置において、球面度数を可変とする球面光学系と、円柱度数を可変とする円柱光学系と、前記両光学系の球面度数および円柱度数をそれぞれ可変制御する制御部とを有し、前記球面光学系は、その光軸方向に移動することにより球面度数を可変とする球面レンズを含んで構成され、前記円柱光学系を光軸のまわりに回転自在であって屈折力の符号が互いに異なる2つのトーリックレンズから構成し、前記制御部は、粗測定で求めた円柱度数に対応した前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を得るように該円柱光学系の回転を制御する回転制御手段と、前記トーリックレンズの円柱軸の交差角の中間方向を基準線とし前記回転制御手段の作動を図って前記基準線を中心にして前記交差角を前記粗測定で求めた円柱度数に対応して所定範囲内で増減させることにより該円柱度数の精密測定を行なう第1の状態変化手段と、屈折力の粗測定時に得られる円柱軸角度を、前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を変化させずに前記各トーリックレンズと同じ方向に前記回転制御手段の作動を図って所定範囲内で増減させることにより該円柱軸角度の精密測定を行なう第2の状態変化手段とを備えたものであるから、クロスシリングダが不要となるとともに円柱軸角度の精密測定の操作が簡単になるという作用効果を奏するものである。

また、球面光学系をレンズが光軸方向に移動することにより球面度数の変更を行う構成としているので、光学素子の退避スペースを設ける必要がなく、このため、回転によって円柱度数を変更する円柱光学系の構成と相俟って、レンズの口径程度の省スペースの大きさ程度に測定光学系を納めることができるとなる。すなわち、装置の小型化を図ることができ、しかも、無段階に球面度数を変えることができるという効果を有する。また、」と補正する。